

LA INGENIERÍA: AGUSTÍN DE BETANCOURT

Enrique Alarcón Álvarez
Real Academia de Ingeniería

1. INTRODUCCIÓN

El premio Nobel Herbert Simon, en un ensayo de 1969, definía la ingeniería como la ciencia de lo artificial, cosa que treinta años antes ya estaba contenida en la «Meditación de la Técnica» de Ortega.

Simon explica también que la tarea de la ingeniería es cómo diseñar y fabricar artefactos que tengan ciertas propiedades. Al establecer la relación entre el carácter del artefacto y su objetivo surge la necesidad de considerar la influencia del medio ambiente en el que aquél va a funcionar y por eso se puede ver el artefacto como una interfase entre el ambiente exterior y su estructura interior.

Las ciencias naturales influyen directamente en estos dos términos y por ello la ingeniería moderna surge cuando se aplican de forma sistemática los conocimientos generados por la ciencia positiva que permiten analizar éxitos y fracasos desde un punto de vista racional y predecir los efectos de las alteraciones que se introduzcan sobre los diseños iniciales.

En España el patriarca de la ingeniería moderna es Agustín de Betancourt, personaje extraordinario al que recientemente la Real Academia de Ingeniería acaba de declarar *Summa Auctoritates Acedemiae* y en cuyo

honor le ha dedicado un altorrelieve en el Puerto de La Cruz, lugar donde nació en 1758.

Pero permítanme recordar que la ingeniería sólo es grande cuando coincide la calidad de cada uno de los tres factores que intervienen en la misma: proyectistas con imaginación y conocimientos, industria capaz de ofrecer los materiales más adecuados y llevar adelante los procesos de construcción o montaje que aquel imagine y promotores con solvencia económica capaces de calibrar las ventajas de las soluciones que se ofrecen y apreciar factores imponderables como la innovación, la estética o la sostenibilidad que tanto añaden al cumplimiento de los fines utilitarios que se encuentran en el origen de las invenciones.

Desgraciadamente nuestro país no pudo ofrecer a nuestro protagonista de hoy ese ambiente colectivo y fueron otros los que sacaron más provecho de sus habilidades, pero eso precisamente lo convierte en una figura universal.

He organizado la charla en tres bloques. En el primero mostraré brevisamente algunos arquetipos históricos de la ingeniería antigua, así como la progresiva influencia de los conocimientos científicos hasta llegar a Betancourt.

A continuación marcaré la evolución de éste desde su etapa de formación a su transformación en un influyente inventor, pero también en un reformador de los cuerpos de la Administración y de la enseñanza.

Finalmente dedicaré un tiempo a hablar del mantenimiento de su espíritu, a pesar de guerras y revoluciones, a lo largo del siglo XIX, para concluir con una breve reflexión sobre las enseñanzas a extraer de su ejemplo.

2. INGENIERÍA Y CIENCIA

La omnipresencia de la ingeniería en la vida diaria puede conducirnos a la falsa apreciación de que se trata de algo reciente. Sin embargo la ingeniería es un arte tan antiguo que comienza con el *homo faber*, según reconocen los paleontólogos, quienes adjudican ese carácter a los restos que se encuentran acompañados por artefactos. Además esa actividad se aplica a todos los objetivos humanos, victoria bélica incluida.

El carácter múltiple civil y militar tiene un buen ejemplo en Apolodoro de Damasco, el gran ingeniero de Trajano y Adriano, autor de la Columna Trajana y el Panteón de Roma, pero también del puente sobre el Danubio, que permitió el paso de las tropas para la conquista de la Dacia y de un curioso tratado sobre «El arte del asedio» (Figura 1) redactado a petición de Adriano para una de sus campañas en Asia Menor.

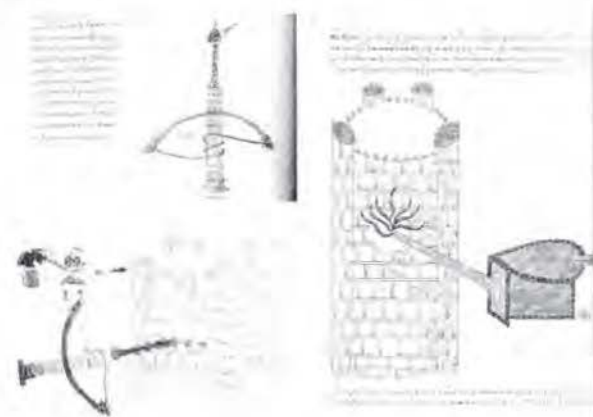


Figura 1. «El arte del asedio» (Apolodoro de Damasco).

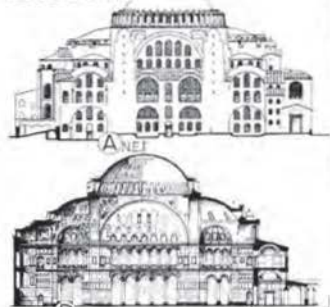
El conocimiento que los grandes ingenieros han tenido siempre de la ciencia de su tiempo puede ejemplificarse con Anthemio de Tralles e Isidoro de Mileto, buenos conocedores de Euclides, Apolonio y Arquímedes, cuyas obras explicaban a los alumnos de su escuela. Simultáneamente eran capaces de terminar en cinco años Hagia Sofía (Figura 2) o preparar las defensas frente a inundaciones de Daras, la base militar de Belisario, general de Justiniano, en sus luchas contra el persa Cosroes.

En ambos ejemplos el triángulo proyectista, industria, promotor, queda manifiesto, así como el carácter múltiple de sus habilidades.

Algunos temas de construcción sirvieron de pretexto a los primeros análisis matemáticos como los planteados por Galileo, miembro de la

Academia dei Lincei, o Hooke, curator de la Royal Society (Figura 3). Obsérvese que mientras Galileo, 120 años antes del nacimiento de Betancourt, utiliza el artefacto (la viga) para relacionar acciones y reacciones (el ambiente externo) sin pronunciarse respecto a la constitución de su materia (ambiente interno), Hooke, unos cuarenta años después, suministra la ley que permite relacionar las acciones (en equilibrio) y los movimientos (compatibles) mediante una ley de comportamiento. Tras ellos otros estudiosos como los Bernoulli, Euler, etc., siguieron tomando motivos de la vida práctica para plantear problemas matemáticos, pero sin excesiva incidencia en el mundo tecnológico.

S. SOPHIA



32 m de diámetro a 55 m de altura

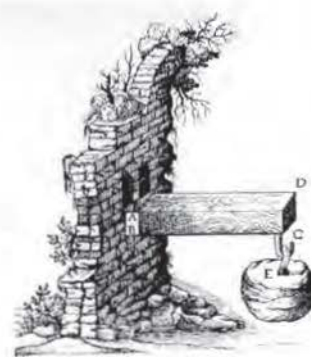
Santa Sofia de Constantinopla



Antemio de Tralles e Isidoro de Mileto.

Figura 2

Por ello algunos autores sitúan el cambio de concepto en la Memoria sobre la estabilidad de la cúpula del Vaticano que tres autodenominados matemáticos, Le Seur, Jacquier y Boscovich, presentaron, unos quince años antes del nacimiento de Betancourt.



Diálogo de dos Nuevas Ciencias
Galileo (1638)



Helioscopus (1675)
Robert Hooke

Figura 3

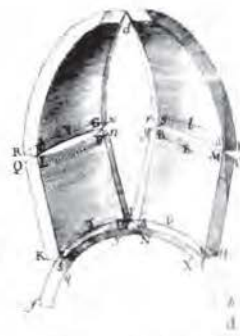


Figura 4. Interpretación de «los tres matemáticos» sobre las figuras en la cúpula del Vaticano.

En ella aplicaban el principio de los trabajos virtuales expuesto por Juan Bernoulli en 1725 y pretendían, con gran escándalo de los «profesionales», ser capaces de calibrar las soluciones al problema.

Con esta tensión entre el mundo de la teoría y la práctica, era cuestión de tiempo que surgieran personas que dominaran ambos campos y ello se dio en Francia. A pesar de que la formulación de la Elasticidad debe esperar a Cauchy (quien enuncia el principio de tensiones en 1822, dos años antes de la muerte de Betancourt), las ideas de equilibrio, compatibilidad y ley de comportamiento ya estaban claras, desde luego, en el famoso opúsculo de Coulomb (presentado a la Academia de Ciencias en 1776 cuando Betancourt tenía dieciocho años) donde resuelve correctamente el problema de Galileo, pero también desarrolla una teoría sobre resistencia de columnas o empujes del terreno.

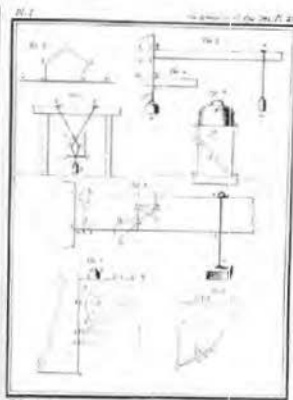


Figura 5. Coulomb y una página de su memoria sobre aplicaciones de la teoría de máximos y mínimos.

Para entonces Perronet (Figura 6) había revolucionado la técnica de construcción de puentes y había reformado (1760) la escuela de Ponts et Chaussées de París, haciéndola evolucionar desde un centro gremial a un foco de progreso mediante la incorporación de la ciencia positiva tomándola como base de los estudios.



Figura 6. Descinbramiento del puente de Neully (1772).

Esta línea, seguida en las escuelas que se crearán posteriormente en España, no es la única alternativa. Conviene recordar los extraordinarios resultados conseguidos por la ingeniería inglesa basada en el buen conocimiento de los materiales y en la práctica de ensayos a pie de obra que, en el campo de la construcción, habían dado lugar a obras magistrales como el puente de Coalbrookdale (Figura 7) (terminado diez años antes del nacimiento de Betancourt) o a personajes tan emblemáticos como Thomas Telford, nacido y muerto prácticamente en las mismas fechas que Betancourt.



Figura 7

En España el siglo XVIII es el del impulso a la ingeniería militar (Figura 8) que comienza con la creación del cuerpo de ingenieros en 1711 y de la Academia de Guardias Marinas de Cádiz en 1717.

- 1711 Cuerpo de ingenieros
- 1717 Compañía y Academia de Guardias Marinas de Cádiz
- 1720 Real Academia de Matemáticas de Barcelona
- 1764 Real Colegio de Artillería de Segovia
- 1770 Cuerpo de Ingenieros de Marina
- 1772 Academia de Ingenieros de la Armada (Ferrol)



Jorge Próspero de Verboom
(1667 – 1744)

Figura 8. Fechas de creación de las Academias Militares.

Además de Verboom, fundador del cuerpo de ingenieros, en España tuvo gran fama Carlos Lemaire (1750-1785), ingeniero francés, autor entre otras magnas obras, del paso de Despeñaperros y a quien Betancourt se referirá en términos elogiosos y de gran respeto más tarde.

En esa época, como indica Teresa Sánchez Lázaro, los únicos grupos profesionales capaces de llevar a cabo las obras públicas eran los citados ingenieros militares que poseían una buena formación matemática, los maestros de obra que aprendían en los gremios y tenían una pobre formación técnica y «los arquitectos de la Academia de San Fernando (Figura 9) que recibían una formación bastante alejada de los requerimientos de las obras de ingeniería», lo que justificara la famosa filípica de Betancourt en su propuesta de creación de un nuevo cuerpo de ingenieros.



Figura 9. Real Academia de Bellas Artes de San Fernando.

3. BETANCOURT

3.1. La etapa de formación

En España la iniciativa de modernización se concreta en centros como las Sociedades de Amigos del País, la primera de las cuales creó (1775) el Seminario Patriótico de Bergara (Figura 10) en que estudió J. M.^a Lanz.

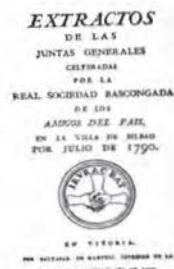


Figura 10. Sociedades de amigos del país.

quien había nacido cuatro años después de Betancourt), sociedades que se extendieron a impulsos del poder central.

En la de Tenerife (1777) participaron destacados miembros de la familia de Agustín de Betancourt: su padre, su hermano José y su hermana María (Figura 11).



Figura 11. Retratos y autógrafos de Agustín y José Betancourt.

Betancourt había nacido el 1 de febrero de 1758, un año después que el famoso ingeniero inglés Thomas Telford y un año antes de la coronación de Carlos III.

Su formación estuvo influida por el ambiente cosmopolita que el comercio con Francia e Inglaterra inducía en la sociedad isleña y desde muy temprano mostró capacidad de observación, espíritu analítico, curiosidad y habilidad manual, como muestra el estudio sobre la cueva de San Marcos (1776) (Figura 12) o la máquina de entorchar que, junto a su hermana María, presentó a la Sociedad de Amigos del País en Tenerife.

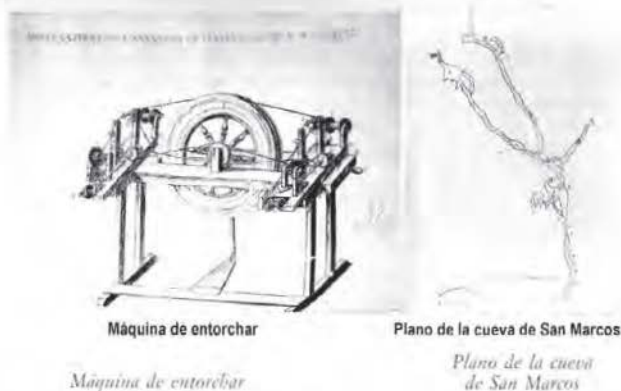


Figura 12

A lo largo de su vida siempre mantuvo estas virtudes, como muestran las visitas realizadas durante sus viajes a lugares que, aun alejados del motivo principal del mismo, podrían aportar alguna novedad.

Respecto a su gusto por la mecánica es famosa la carta que, con sesenta y tres años, escribe a su hermana recordando cómo influyeron en su vocación las cosas que «aprendió jugando» y que le permitieron desarrollar una excepcional habilidad manual. Esta última era proverbial; en la «Revista de Vías de Comunicación» de San Petersburgo, Resimont dice en su reseña necrológica de 1826: «...Para mostrar la habilidad de sus manos bastará decir que, con una simple navaja de afeitar y sin esfuerzo alguno, cortaba un cabello a lo largo...»

A pesar de tener el grado de Teniente de Infantería Betancourt, cuando en 1778, con veinte años de edad, se trasladó a la península, no eligió un centro militar para afianzar su formación sino que dirigió sus pasos a los Reales Estudios de San Isidro y a la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando en Madrid.

Aparece ya aquí una de las características que mantendrá durante toda su vida: su capacidad de convicción frente a los «poderes fácticos», que pueden hacer realidad sus deseos o atender sus propuestas.

En efecto, ¿cómo pudo ser que el Conde de Floridablanca encargase (1783) a un joven de veinticinco años un informe sobre las minas de Almadén? Las tres memorias que escribió entonces todavía despiertan la admiración por sus penetrantes observaciones y sensatas sugerencias.

Su conocimiento de la actualidad en el extranjero y su sentido de la propaganda se ven también en el lanzamiento, por las mismas fechas, de un globo aerostático en la casa de campo del Infante Don Gabriel en El Escorial en presencia del Rey, príncipes, infantes, ministros y otras personas de la corte, dentro de la fiebre desatada por los globos Montgolfier (Figura 13) que habían comenzado a volar en Francia pocos meses antes, creando con ello la primera experiencia aeronáutica en España.



Figura 13. Ascensión de un globo Montgolfier en Madrid. Antonio Carnicero. Museo del Prado.

Sea como fuere, el joven Betancourt recibe el mismo año 1783 el encargo de trasladarse a París para completar sus estudios.

Manuel Rodríguez Mesa sugiere la conexión entre Matías Gálvez, miembro de la Real Sociedad económica lagunera y hermano del ministro de Indias, con la familia Betancourt para explicar que Floridablanca bien de *motu proprio*, bien bajo la recomendación de Gálvez hiciera que el ministro de Indias le otorgase una pensión con objeto de que ampliase en París sus conocimientos de minería en un centro hasta ahora desconocido.

3.2. El reconocimiento internacional

Es en París donde Betancourt conoce los progresos de la técnica francesa, así como el nuevo enfoque de la enseñanza en la Escuela de Ponts et Chaussées y dos años después convence (en una reunión relámpago) a Floridablanca de la conveniencia de dedicarse a la hidráulica y mecánica y formar un grupo de becarios dedicados a lo que hoy llamamos espionaje industrial.

La nueva pensión se aprueba en 1786 y pasa a estar a cargo de la Secretaría de Estado en lugar del Ministerio de Indias.

Es una situación parecida a la de Juan López Peñalver, nacido sólo cinco años después de Betancourt, quien, tras ser destinado a Hungría, consiguió unirse al Grupo de Hidráulica en París para trabajar con Betancourt a quien admiraba.

Esta capacidad de atraer discípulos excepcionales a su equipo es otra de las características asombrosas de Betancourt, así como el aprecio y admiración que en ellos despertaba y que se mantuvo durante toda su vida a pesar de los encontronazos personales que tuvo con alguno.

Un ejemplo de ello es Lanz que, por encargo de la Armada, llevaba a cabo en los ambientes militares extranjeros un trabajo semejante al de Betancourt en los industriales. Los lazos establecidos entre ellos en la etapa parisina les llevaron a colaborar posteriormente en la primera Escuela de Caminos y en la redacción del «Ensayo de Máquinas», manteniendo amistad y colaboración a pesar de las fortísimas discusiones que tuvieron en aquella sobre la selección de profesores o el plan de estudios.

Así pues, a los veintiocho años Betancourt se encuentra en París dirigiendo un grupo cuyo objeto es formar un Gabinete de máquinas con modelos a escala, planos y descripciones que, por emulación, permitieran impulsar la industria nacional.

La capacidad de organización y de convicción de «la superioridad» es puesta de manifiesto por la correspondencia entre el Secretario de Estado Floridablanca y el embajador en París, conde de Fernán Núñez. Las observaciones de éste son tan elogiosas que cuando al final de la estancia, en 1791, se plantea por Betancourt y López Peñalver la creación de la Escuela de Puentes y Calzadas, tras apoyar la petición, Fernán Núñez (Figura 14) hace constar que: «Estos dos mozos están reconocidos

aquí por todos los primeros hombres por muy superiores a los que (en España) pueden informar de ellos» y para mostrar la independencia de su juicio, añade «yo no conozco sino el bien del servicio y el honor de la nación» divisa, por cierto, que ha ido pasando de generación en generación a todos los ramos de la ingeniería.



Conde de Floridablanca.



Conde de Fernán Núñez.

Figura 14

Es en esta etapa cuando Betancourt crea la malla de amistades e influencias que le apoyará en territorio francés durante toda su vida y a la que se gana definitivamente cuando en 1788, el año de la coronación de Carlos IV, habiendo cumplidos los treinta años, en una estancia de tres semanas en Inglaterra, descubre la existencia de la máquina de Watt de doble efecto y, en un proceso de análisis de pequeños detalles, imagina su fundamento y proyecta un modelo que sirvió de base para que los hermanos Perier construyeran en Francia la primera máquina de vapor de doble efecto en el continente (Figura 15).

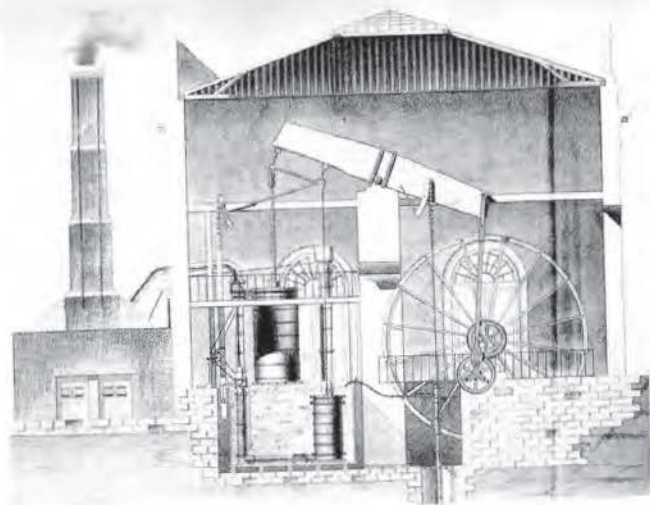


Figura 15. Máquina de vapor de doble efecto (1788).

Hoy podríamos decir que su «Memoire sur une machine a vapeur a double effect», que presentó a l'Ecole des Ponts et Chaussees y la Academie Royale des Sciencies, representa su doctorado como ingeniero que fue juzgado por un tribunal formado por Monge, Borda y Brisson con un encomiástico dictamen publicado en 1790.

Este grupo de influyentes amigos, al que debe añadirse el relojero Breguet (Figura 16) con el que colaboran tanto él como Lanz y López Peñalver, será siempre un fiel aliado. Incluso su nombre se unirá al de Watt cuando ambos sean propuestos simultáneamente como miembros correspondientes del Instituto de Francia en 1809, al cumplir Betancourt los cincuenta y un años.



Gaspard Monge
(1746-1818)



Jean-Charles Chevalier de Borda
(1733-1799)



Jean-Rodolphe Perronet
(1708-1794)



Gaspard Prony
(1755-1839)



Abraham-Louis Breguet or Brèguet
(1747-1823)



James Watt
(1736-1819)

Figura 16

El poco aprovechamiento en España de los inventos de Betancourt permite insistir de nuevo sobre la importancia que para la explotación de las innovaciones tienen la preparación de la industria y de la iniciativa empresarial.

Al parecer la primera máquina de vapor adquirida por España era de simple efecto y llegó a Almadén en 1787, un año antes de la visita de Betancourt a Inglaterra, no terminando su montaje hasta 1799, doce años después.

Paradójicamente España fue el país europeo que más máquinas de doble efecto importó comprándolas directamente a Watt. Según Helguera y Torrejón, entre 1789 y 1807 se importaron nada menos que siete máquinas y, salvo el fracasado intento de preparar algunas para la industria azucarera de Cuba, no consta que nadie utilizase las ideas de Betancourt.

Su prestigio ante los industriales franceses le permite acceder a lugares como la fábrica de barrenar cañones de Yndrid, visita de la que el

Palacio Real de Madrid conserva un extraordinario informe al que pertenece la lámina de la Figura 17.

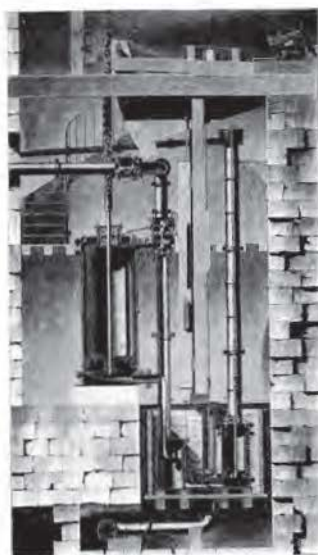


Figura 17. Lámina del informe sobre el «Establecimiento de Yndrid».

La estancia de los pensionados en París acaba en 1791 con el prestigio en todo lo alto, acentuado por el éxito en el traslado de máquinas, planos y memorias contenidos en 42 grandes cajones a pesar de las dificultades de desplazamiento por una Francia en pleno ambiente revolucionario.

Apoyándose en su buen hacer y en la protección del embajador Fernán Núñez, Betancourt y López Peñalver habían enviado a Florida-Blanca la famosa memoria sobre los «Medios de facilitar el comercio interior», suscrita en París en julio de 1791, momentos antes de iniciar el retorno.

Se supone que en esta memoria se propone la creación del cuerpo de Caminos y Canales, así como la escuela del mismo nombre, indicando la estructura de aquél y bosquejando un plan de estudios para ésta en que se pone énfasis sobre el fundamento científico y las cualidades que debían reunir sus miembros ante los que se coloca como ejemplo la figura de Carlos Lemaire.

Las máquinas fueron instaladas en las dependencias del palacio del Buen Retiro (Figura 18), situadas, según indica Rumeu de Armas, alrededor del Patio de los Oficios, donde el Gabinete fue abierto el 1 de abril de 1792.



Figura 18. Palacio del Buen Retiro.

Hasta noviembre de 1793, en que consigue trasladarse a Inglaterra, Betancourt pasa unos años atendiendo sus obligaciones en la Academia de Bellas Artes, preparando el primer Catálogo (que luego ampliará López Peñalver) del Gabinete, colaborando en el diseño y distribución de los relojes Breguet y presionando para la creación del Cuerpo y la Escuela que había propuesto. Es en esta época cuando se le nombra Caballero de la Orden de Santiago, cuya cruz figura en los retratos que de él disponemos.

Su influencia técnica y política se manifiesta en los encargos que debe resolver para varios organismos, entre los que cabe destacar su participación en la organización del plan de estudios de la Academia de Bellas Artes.

Pero el inventor, acostumbrado a la actividad incesante, no puede adaptarse al lento ritmo de Madrid y aprovechando una etapa de paz con Inglaterra se desplaza allí con toda su familia.

Es de imaginar la felicidad de que disfrutó durante los tres años que duró su estancia, rodeado de los mejores fabricantes de máquinas del mundo, en plena actividad industrial y ganando concursos como el de la máquina de limpieza de canales (Figura 19), que le valió el nombramiento de Socio de Mérito del Board of Agriculture de Whitehall.

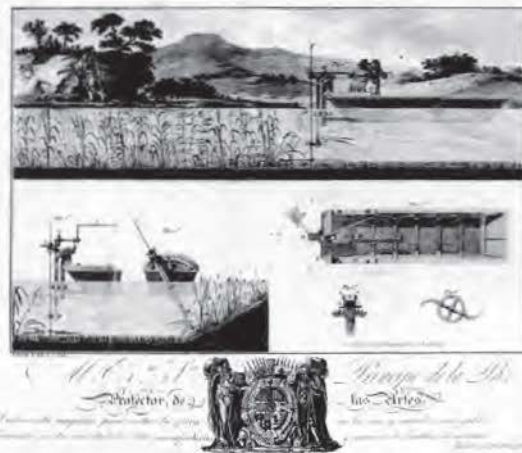


Figura 19. Grabado de Sureda sobre la máquina de limpieza de ríos y canales.

Existe una famosa carta a Breguet en la que le indica: «Si alguna idea puede alterar mi tranquilidad es imaginar que algún día me vea obligado a volver a España, pero hago todo lo que puedo para que eso no suceda o al menos para retrasarlo todo lo posible».

En este viaje Betancourt lleva como ayudante, con sueldo a su cargo, a Bartolomé Sureda, que se convertirá en un gran profesor de dibujo y maestro de laboratorio en las sucesivas instituciones que *a posteriori* serán creadas en España.

Sureda aprende la técnica inglesa de grabado que simula efectos de la aguada que posteriormente enseñará a Goya, quien le retribuye con los espléndidos retratos de él y su esposa (Figura 20).



Bartolomé Sureda (1805).



Teresa Sureda (1805).

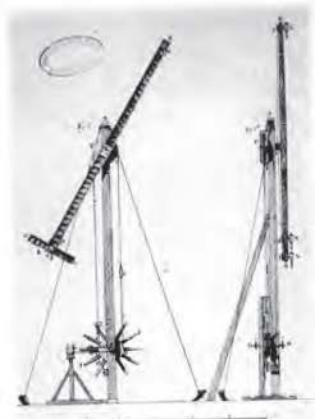
Figura 20

3.3. La madurez

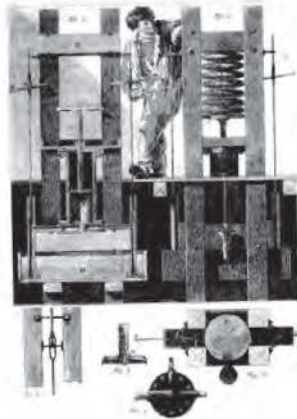
Cuando se rompen las relaciones con Inglaterra, Godoy intenta enviar a Cuba tanto a Lanz como a Betancourt para favorecer la modernización de los ingenios azucareros.

Es bien conocido que ambos retrasaron su incorporación a la expedición hasta el punto que partió sin ellos y con los hijos de Carlos Le-maur como sustitutos.

Mientras, Betancourt defendía en París la idea del telégrafo óptico, desarrollado con Breguet, que mejoraba el de Chappe y presentaba su proyecto de prensa hidráulica desarrollada con Perier (Figura 21).



*Telégrafo óptico,
Breguet-Betancourt (1797).*



Prensa hidráulica.

Figura 21

Tras una breve estancia en Madrid y un viaje fallido a Cuba, en que su barco es apresado por los ingleses que confiscan sus aparatos y biblioteca, vuelve a París para comprar la instrumentación perdida en el apresamiento y allí plantea crudamente la batalla con Chappe.

Las palabras de éste «...el español Betancourt, cansado de hurtar los descubrimientos de otros...» pone de manifiesto la sensación de desesperación que debía producir la capacidad de Betancourt para ir al fondo de los inventos y mejorarlos gracias a su preparación científica y a su habilidad mecánica.

El escándalo fue de tal calibre que la Academia de Ciencias propuso un experimento comparativo para cuyo juicio designó un tribunal excepcional: Lagrange, Laplace, Borda, Prony, Delambre, Coulomb y Charles, que vierten todo tipo de alabanzas hacia este español que, según Chappe, sólo sabía copiar.

Gracias a este invento Godoy renuncia a enviarlo a Cuba y, por el contrario, lanza la línea de telégrafo a Cádiz con la que se inicia el último decenio de actividad de Betancourt en España.

En esta época, entre los cuarenta y cincuenta años de edad, la dispersión de su actividad es notable.

Asiste regularmente a las sesiones de la Academia y a la reforma de su plan de estudios, inicia una aventura empresarial con la Real Fábrica de Algodón de Ávila, provoca la creación de la Inspección General de Caminos y Canales, de la que será nombrado Inspector en 1799. Informa sobre la rotura de la presa de Puentes (1802), que había sido proyectada por el arquitecto Villanueva (Figura 22) y con sus observaciones consigue que el Real Gabinete se transforme en la Escuela de Estudios de Hidráulica (1.ª Escuela de Caminos) que en 1803 pasará a denominarse Escuela de Caminos y Canales.



Figura 22. Presa de puentes.

Redacta con Lanz (Figura 23) el primer borrador del «Essai sur la composition des Machines» que se utiliza en las clases de la Escuela y que publicará en París al cumplir los cincuenta años.

ÉCOLE IMPÉRIALE D'ART ET DE MANÈGE

PROGRAMME

COURS ÉLÉMENTAIRE DES MACHINES.

PAR M. H. LAUNZ.

ESSAI

LA COMPOSITION DES MACHINES.

PAR M. LAUNZ & BÉLANCOURT.



A PARIS.

DE L'IMPRIMERIE IMPÉRIALE.

1805.

(Parado de la imprenta de la Escuela de Caminos y Canales)

ANALYTICAL ESSAY

CONSTRUCTION

MACHINES:

Translated from the French

BY M. LAUNZ & BÉLANCOURT.

London:

Printed by J. JOHNSON, in Pall Mall.

Printed by J. JOHNSON, in Pall Mall.

(Parado de la imprenta de la Escuela de Caminos y Canales)

Figura 23. Portada de las versiones francesa e inglesa del «Tratado de máquinas».

Propone la construcción de un FC entre Reus y Salou y, finalmente, a raíz de su actuación en una finca granadina de Godoy, se enemista con él hasta el punto de que, el 21 de octubre de 1805, el mismo día de la batalla de Trafalgar, es sustituido por tres ingenieros militares en la dirección de obra.

A partir de este momento Belancourt empieza a considerar su marcha de España. En 1806 consigue liberarse de los problemas económicos que le creaba su aventura empresarial en Ávila y envía a su familia a París, donde él se traslada entre el 26 de abril de 1807 (fecha en que acude por última vez a la Academia de Bellas Artes) y el 29 de mayo, en que está documentada su presencia en París.

En una carta fechada en San Petersburgo el 21 de diciembre de 1808 (Figura 23), dirigida al Conde de Floridablanca (a la sazón Presidente de la Junta de Gobierno que se oponía al invasor francés) indica que «me vi precisado a salir de España por no ser víctima de don Manuel Godoy, que empezó a declararse contra mí como lo hacía ante todo hombre honrado» y que «...no queriendo admitir las ofertas que se me hicieron de parte del Emperador Napoleón y de su hermano Joseph, me vine aquí donde este Emperador me ha acogido del modo más honorífico que podía esperar».

pondiente donde resalta su visión para seleccionar a los profesores y su capacidad para atraer a personas de la categoría de Lamé o Clapeyron que, confiados en su prestigio, acudieron a dar clase al nuevo centro.

Esta colaboración con científicos y técnicos franceses ha hecho que su figura haya sido adjudicada a la nación vecina.



Instituto de Ingenieros de Vías de Comunicación (1809).



Gabriel Lamé
(1795-1870).



B. P. E. Clapeyron
(1799-1864).

Figura 25

Afortunadamente estudios llevados a cabo en los últimos veinte años han reivindicado la españolidad de Betancourt, puesta en duda por expertos como el propio Timoshenko (Figura 26).

Figura 24. Carta autógrafa de Betancourt a Floridablanca.

En efecto, a los cincuenta años de edad, Betancourt decide aceptar la oferta de Alejandro I e ingresa en el ejército ruso con el grado de mayor general y es destinado al departamento de Vías de Comunicación.

Que su entrada al nuevo país no estuvo exenta de polémica lo demuestran las palabras de François de Wollant, ingeniero holandés al servicio de Rusia desde 1787: «...Ciertamente el señor Betancourt tiene un extraordinario talento en cuanto a mecánica se refiere, sobre todo en el montaje de fábricas; también es bastante buen matemático, lo cual pude comprobar durante mis cuatro encuentros con él. Pero en lo referente a obras hidráulicas no es más que un teórico, desconocedor de cómo se realizan y dirigen los trabajos en el extranjero y menos en Rusia, donde el clima y la topografía obligan al más experto a aprender desde el principio».

Lo cierto es que durante los dieciséis años de su estancia en Rusia Betancourt desarrolló una actividad extraordinaria en todas las ramas de la ingeniería civil, urbanismo y arquitectura, actividades que se salen del intervalo temporal adjudicado a este curso y de las que no hablaré.

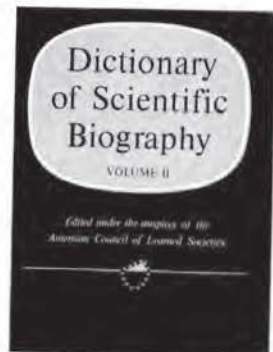
No puedo prescindir sin embargo de citar su influencia en la creación del Instituto de Vías de Comunicación (Figura 25) y en el cuerpo corres-



Figura 26. Error de Timoshenko sobre el origen de Betancourt.



Figura 27. Artículo sobre Betancourt.



4. LA HERENCIA INTELECTUAL

A pesar de su exilio en Rusia, donde Betancourt logró cotas profesionales, que tanto la situación política como industrial le hubieran hecho inalcanzables en España, el enorme esfuerzo económico e intelectual, realizado tanto por él como por España, no fue baldío.

El deseo de superación, la búsqueda de la excelencia, el planteamiento racional de los problemas, etc., fueron transmitidos por los colaboradores y discípulos que no tuvieron la ocasión de emigrar o no quisieron emprender una aventura ajena a los destinos de la patria.

Por ello creemos, al igual que López-Ocón, que existe «un fino hilo de continuidad entre el sistema científico-técnico de la España fernandina y el legado de la España caroliniana».

En este apartado quisiera bosquejar las líneas principales de evolución de dos instituciones que a pesar de guerras y revoluciones, consiguieron arraigar en el país: La Escuela de Caminos, Canales y Puertos y la Escuela de Ingenieros Industriales.

El tejer y destejer que caracteriza ciertas actividades políticas en nuestro país ha hecho que los orígenes de ambas se hayan difuminado hasta el punto que, a pesar de los estudios de investigadores como Rumeu de Armas, todavía sea posible escribir una ambiciosa historia del siglo XIX español en que la tecnología se despacha en quince renglones y se dan equivocadas las fechas de creación de ambas escuelas.

En la Figura 28 se comparan los hitos temporales característicos del Real Gabinete de Máquinas, institución generatriz de la ingeniería moderna española, de la Escuela de Caminos y del Real Instituto Industrial.

En todas ellas el período de arranque está dominado por personalidades citadas anteriormente: Lanz, López de Peñalver y Sureda.

En la Figura 29 se incluyen los personajes más caracterizados en la transmisión de la herencia betancouriana.

Al primero, cuya personalidad ha sido clarificada en una biografía reciente de Lucena Giraldo, se debe el intento de recuperación del Gabinete de Máquinas mediante la creación de un Conservatorio de Artes y Oficios en la etapa josefina.

<i>Gabinete de Máquinas</i>	<i>Escuela de Caminos</i>	<i>Conservatorio/Real Instituto Industrial</i>
1791 Palacio Buen Retiro		
1802	— Estudios de Hidráulica 1.ª Escuela	
1808 Ac. Bellas Artes		Conservatorio de Artes y Oficios (José I)
1814 Sdad. Ec. Matritense de Amigos del País		
1817 1820	2.ª Escuela (3 años)	
1824 Real Conservatorio →		Real Conservatorio de Artes C/ Turco (Marqués de Cubas)
1834	— 3.ª Escuela Caminos, Canales y Puertos — Aduana Vieja (Plaza Leña) (C/ Bolsa)	
1847 — Máquinas Hidráulica a 3.ª Escuela — Artes Industriales en Real Conservatorio →	C/ Turco	C/ Atocha (Convento Trinidad)
1850		Real Instituto Industrial
1857 Ley Moyano (Fac. Ciencias)		
	1889 C/Alfonso XII	1904 Altos del Hipódromo

Figura 28

Agustín de Betancourt († 1824)

Colaboradores:

- J. M.ª Lanz († 1837)
- Juan López Peñalver († 1835)
- Bartolomé Sureda († 1851)
- José Sureda († 1838)

Discipulos:

- Agustín de Larrañendi (1.º Ing. de Caminos español) († 1840)
- Antonio Gutiérrez (1.ª Promoción) († 1834)
- Juan Subercase (3.ª Promoción) († 1816).
Medalla 36 RACEFN

Otros:

- Joaquín Alfonso: École Centrale († 1860).
Medalla 22 RACEFN
- Cipriano S. Montesinos: École Arts et Manuf († 1901).
Medalla 8 RACEFN

Figura 29

Debido a la derrota militar y a su implicación en puestos clave de la administración intrusa, Lanz se exilió definitivamente en París donde siguió recibiendo ofertas de retorno en diferentes ocasiones. Ello da muestras de su excepcional categoría científica, capaz de tapar su deserción de 1792 y su disposición a colaborar con el invasor.

Lanz siguió manteniendo contacto con los españoles que, como becarios, fluían a las escuelas francesas de ingeniería e, incluso, en 1817 cuando el Conservatorio se instala en el Convento de la Trinidad (Figura 30), su director Joaquín Alfonso, que había estudiado en l'Ecole Centrale de París, ordena que se pinte un mural con su retrato en homenaje a su ejemplo científico.

Otro personaje capaz de sobrenadar regímenes y revoluciones es Juan López de Peñalver, invitado por la breve administración josefina a dirigir el Cuerpo de Ingenieros Civiles, pero encargado también por Fernando VII de sacar adelante el Conservatorio.



Real Fábrica de Cristales.
C/ Turco.



Convento de la Trinidad.

Figura 30

La figura de López de Peñalver ha sido tratada por Ernest Lluch, asesinado en un abominable atentado, quien analizó sustancialmente su faceta de precursor de la econometría. Junto con Lanz y Betancourt fue el encargado de fijar los estándares de exigencia en la primera Escuela de Caminos y, luego, sacar adelante el Conservatorio basándose en los restos del Gabinete de Máquinas. Para ello contó con la colaboración de Bartolomé y Jose Sureda, así como de algunos alumnos de la primera promoción de la Escuela de Caminos, entre los que hay que destacar a Antonio Gutiérrez, asiduo de l'École Polytechnique de París, y creador del plan de estudios de la 2.^a Escuela de Caminos, rediviva durante el trienio constitucional del reinado de Fernando VII.

Que los españoles seguían asistiendo a centros extranjeros para formarse lo demuestran Joaquín Alfonso y Cipriano Segundo Montesinos (Figura 31a), educados en el ambiente de l'École Central y figuras clave en la transformación del Conservatorio en el Real Instituto Industrial.

Como pone de manifiesto Martínez Val, ellos trajeron de esa formación un espíritu alternativo: la creación de ingenieros para la industria privada en oposición a la formación para la administración típica de la Polytechnique.



Cipriano Segundo Montesino y Estrada
(1817-1901).



Juan Subercase Krets
(1783-1856).

Figura 31

El uso sucesivo de la misma sede por la Escuela de Caminos y el Conservatorio, así como el reparto de modelos del viejo Gabinete de Máquinas (los relativos a hidráulica para Caminos y el resto para el Real Instituto) pone de manifiesto las raíces comunes de ambas carreras.

La separación definitiva se lleva a cabo cuando Larramendi y sobre todo Subercase (Figura 31b) prescinden de los viejos profesores (López de Peñalver todavía vivía) y arrancan la tercera y definitiva Escuela de Caminos sin ellos.

Cabe mencionar también el papel que López de Peñalver, cuyo nombre lleva uno de los premios de investigación en ingeniería instituidos por la Junta de Andalucía, jugó en la realización de la Primera Exposición de los productos de la industria española llevada a cabo en 1827 durante el reinado de Fernando VII y que mereció una oda de Larra.

Como diría en 1899 Mariano Carderera, las características de la formación que transmitía la Escuela eran «constancia, trabajo asiduo y severa disciplina», virtudes en cuya conservación tuvo especial influencia la etapa como director de Subercase que, como alumno directo de Betancourt, las había metabolizado durante su etapa de estudiante de la 3.^a Promoción.

Según ha puesto de manifiesto Fernando Sáenz, la figura del fundador fue haciéndose cada vez más evanescente. Incluso Garcini, en el número especial dedicado por la Revista de Obras Públicas a la celebración del primer centenario, no tiene empacho (Figura 32) en indicar que «Desapareció la Inspección General de Caminos y con ella la Escuela en 1814; se restableció en 1820 y desapareció de nuevo en 1823. En todo este tiempo fue Jefe del Cuerpo y de la Escuela su ilustre fundador». Es decir, «el ilustre fundador», según Garcini, había seguido dirigiendo durante quince años desde Rusia tanto la Escuela como el Cuerpo.



RESEÑA HISTÓRICA

DE LA ESCUELA DE INGENIEROS DE CAMINOS, CAÑALES Y PUERTOS

No es posible volver al momento o grupos del tiempo que nos han pasado por encima sin volver al centro de ellos, que con el tiempo, y que los siglos han ido dejando sus huellas.

Y cuando deliramos en la palabra *olvido*, porque con el tiempo olvidamos a nuestra Escuela la condición de no imitar a nadie, puesto que al mismo tiempo procuramos cultivar en los alumnos las capacidades necesarias en la carrera del Estado y en el servicio de una institución o Cuerpo de la Administración pública.

Y si una y otra función se atiende más o menos en las escuelas españolas, puede observarse, en la breve historia de las vicisitudes de la Escuela, que siempre cumplió aquella misión según exigían los tiempos y las circunstancias.

García el ilustre Betancourt fue encargado por el Gobierno español de la Inspección general de Caminos, canales y puentes, una Escuela que educara los funcionarios que habían de encargarse de servirlos.

La creación del Cuerpo y de la Escuela, tuvieron lugar a una época que era siempre un tiempo y un grupo de cosas.

Inspección general de Caminos y Puertos la Escuela en 1814, se restableció en 1820 y desapareció de nuevo en 1823. En todo este tiempo fue Jefe del Cuerpo y de la Escuela su ilustre fundador.

Ya en la segunda época, del 20 al 23, se decía la siguiente en tres años, comprendiendo el primero la creación nacional y la geometría descriptiva con sus aplicaciones, a las matemáticas, físicas, químicas y a la astronomía; al segundo, la mecánica aplicada, los principios generales de la arquitectura civil, y sistemas de obras, materiales y geología; y el tercero y último, la topografía y geodesia, las proyecciones y construcción de caminos, canales y puentes, y las obras de riego y puentes.

En el año 1814 volvió a reorganizarse la Escuela, dirigida por D. Agustín Betancourt hasta el 24 de Mayo de 1823; le sucedió D. Juan García Ormaechea, nombrado poco después por D. Juan Sebastián, que le siguió.

Como dice Sanz, Agustín de Betancourt era casi como el Cid Campeador, que seguía ganando batallas después de desaparecido.

5. POSIBLES ENSEÑANZAS A EXTRAER

Un artículo sobre España publicado en 1782 en la Enciclopedia francesa provocó en 1784 la réplica de Cavanilles y el inicio de la llamada «Polémica de la Ciencia Española», que resurge periódicamente en nuestro país. Un año después, en 1785, llega Betancourt a Francia y su actividad es toda una demostración de lo artificioso de la mayoría de los razonamientos vertidos en la citada polémica.

En 1894 Menéndez Pelayo ponía el dedo en la llaga cuando indicaba que lo único que se veía claro en la historia científica de España era la falta de continuidad en el esfuerzo, grandes cantidades de trabajo perdido e invenciones que nadie desarrollaba y a todo ello añadía la «falta de memoria nacional que hunde inmediatamente en la oscuridad al científico y a su obra».

La recuperación reciente de Betancourt demuestra lo cierto de esta última afirmación. Sólo los beneméritos esfuerzos de Padrón Acosta Cioranescu, García Diego, García Ormaechea, Bogoulibov y, sobre todo, Rumeu de Armas, nos han permitido recuperar el recuerdo de un maestro al que, además, muchos debíamos la existencia de nuestra «Alma mater».

Por eso es tan importante, en este aspecto, la labor de las Reales Academias, y por ello he aceptado como una obligación el honor inmerecido de estar en esta tribuna que otros ilustres compañeros hubiesen ocupado con mayores méritos.

También, por ello, la Real Academia de ingeniería está apoyando el desarrollo de una magna obra sobre «Técnica e ingeniería en España», coordinada por el académico Manuel Silva y llevando a cabo periódicamente el reconocimiento *a posteriori* de obras y personas magistrales entre las que se encuentra, como decía al principio, nuestro protagonista de hoy.

Pero hay más enseñanzas que pueden extraerse de la experiencia vital del que López-Ocón llama segundo grupo generacional (los nacidos entre 1770 y 1785) afectado por la guerra contra los franceses y el reinado de Fernando VII (el período de catástrofe según López Piñero).

Figura 32. Errores persistentes.

En efecto, el ejemplo de Betancourt y su grupo pone de manifiesto que todo es posible si se tiene una voluntad decidida para armonizar los esfuerzos de promotores, proyectistas e industria. Esta última parte, que falló con Betancourt, sigue fallando actualmente más a menudo de lo que debiera.

Todo ello, condicionado a la búsqueda de un fin elevado y una visión a largo plazo que supere la coyuntura concreta y busque, en palabras de Cajal, «La posteridad duradera de la nación».

Sigue siendo válida la observación también de Cajal: «El secreto para llegar es muy sencillo: se reduce a dos palabras: trabajo y perseverancia». En este sentido se podría modificar levemente la cita de Mariano Galderrera dejándola en: «Constancia, trabajo asiduo y severa (auto)disciplina», que viene a decir lo mismo que Cajal y nos recuerda que la excelencia se consigue con trabajo y no con declaraciones vacuas.

Para los ingenieros, Betancourt es también un arquetipo en cuanto a virtudes personales y actitud profesional (Figura 33).

VIRTUDES PERSONALES

HABILIDAD EN TALLER.		OBSERVACIÓN CIENCIAS BÁSICAS
CULTURA ARTÍSTICA		
CURIOSIDAD		

ACTITUD PROFESIONAL

- AUDACIA

	ACCIÓN SIN COMPLEJOS
	Adquisición de Conocimientos
	Motivación de promotores
NACIONAL E INTERNACIONAL	

- CREACIÓN DE GRUPOS

	SELECCIÓN Y MANTENIMIENTO DEL GRUPO
	ORGANIZACIÓN Y DIRECCIÓN
	Imaginar objetivos Planear Difundir

Figura 33

Creo que en cuanto a las primeras es admirable el equilibrio mostrado a lo largo de toda su vida entre el trabajo en taller, la cultura artística y la curiosidad científica. Esta última especialmente basada en la observación de todo lo nuevo que llegaba a su conocimiento y alcance, pero también en el estudio continuo de la ciencia básica, es decir: «observación y cálculo», como ordena la divisa de la Academia de Ciencias.

Respecto a la actitud profesional impresionan su audacia y su capacidad de creación de equipos de trabajo.

La audacia se refleja en su capacidad de acción sin complejos, a nivel nacional e internacional, que le permite la adquisición de conocimientos y la incorporación a los circuitos técnicos y científicos internacionales, pero también contribuye a su capacidad de convicción cuando trata con autoridades, promotores, científicos e ingenieros.

Ello le ayuda a llevar a cabo sus ideas y le facilita el acceso a los talleres, las industrias, los centros de saber y los salones del poder.

Como se hizo notar más arriba, es igualmente fascinante su destreza para formar grupos de trabajo y especialmente su habilidad para seleccionar colaboradores de calidad y, lo que es más difícil, mantener la cooperación a lo largo de los años. En algunos casos como los de Bartolomé Sureda o August de Montferrant, es un auténtico Pígalión capaz de adivinar cualidades ocultas y contribuir con su apoyo generoso (intelectual y material) al desarrollo de sus personalidades.

Però dirigir un grupo de trabajo requiere ser capaz de mantener una organización y en particular imaginar objetivos, planear actividades, difundir resultados y conseguir influencias. En todo eso la vida de Betancourt es pródiga en ejemplos.

Como decía en el apartado anterior, esas virtudes han sido transmitidas a través de las tremendas vicisitudes del siglo XIX español, aunque en algunos temas como la participación con publicaciones e invenciones en el esfuerzo científico y técnico mundial, la ingeniería española moderna no haya estado siempre a la altura de nuestro personaje.

El hecho es que tenemos un modelo a quien seguir y que la fórmula para el éxito está clara. Posiblemente la mejor divisa en este sentido la plasmaron los ingenieros que en 1950 celebraron el primer centenario de la fundación del Real Instituto Industrial bajo el lema: «Pro patria et scientia dimicantes manemus», es decir, «Por la Patria y por la ciencia en esfuerzo perennecemos».

Que así sea.